

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ СПИРАЛЬНЫХ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Д. В. Андреева,
студент

Г. Г. Кожушко,
профессор д-р техн. наук

Уральский федеральный университет им. первого президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург

Аннотация. Спиральные конвейеры с легкостью решают проблему хранения и транспортирования продукции, а главное их достоинство огромная экономия рабочего пространства.

Ключевые слова: спиральный конвейер, приводной барабан, модульная лента, синхронизация приводов.

FEATURES OF OPERATING MODES OF SPIRAL BELT CONVEYORS

Abstract. Spiral conveyors easily solve the problem of storing and transporting products, their main advantage is a huge saving of working space.

Keywords: spiral conveyor, drive drum, modular belt, drive synchronization.

На каждом предприятии возникает проблема транспортирования сырья и продукции внутри технологического процесса, требующего нахождения продукции на определенных производственных этапах (таких как охлаждение, нагрев, сушка, химическая обработка поверхности и т. п.) в строго определенное время. От стабильности этого времени нередко зависят основные потребительские качества продукции. Чем более продолжительно это время, тем большие площади требуются под классические линейные транспортные системы, например прямые транспортеры.

Спиральный конвейер — конвейер, имеющий винтовую транспортирующую поверхность. Бывают вибрационные спиральные конвейеры, бывают спиральные конвейеры с транспортирующей лентой.

Спиральные конвейеры используют для накопления в качестве буфера или бережного подъема и спуска продукции.

Первую спиральную конвейерную систему с низким натяжением ленты (Lotension Spiral Conveyor System) и металлическую поворотную ленту для нее запатентовала всемирно известная американская компания Ashworth в 1967 г. Поэтому иногда такой тип спиральных конвейеров называют «лотеншен».

Первоначально все спиральные конвейеры были с полностью металлической поворотной

лентой. По мере бурного развития химической промышленности стали появляться высококачественные модульные пластиковые ленты.

На сегодняшний день рынок может предложить большой выбор конвейерных лент различных типов в зависимости от структуры, типа и веса передвигаемой продукции. Например, ленты Habasit, Ashworth, Costacurta, KVP и т. д.

Достоинствами спиральных конвейеров являются:

- компактность, экономия полезной площади помещения;
- низкая скорость перемещения ленты, большое время нахождения на ней продукта;
- возможность организации непрерывного технологического процесса, большая рабочая длина;
- бережное обращение с продуктом (продвижение продукта на таком транспортере происходит в неизменном положении; единицы продукта не сбрасываются с ленты на ленту, сохраняя свой внешний вид; в результате на выходе производитель получает продукт отличного качества);
- универсальность (как правило, допускается перемещать разные продукты на одном и том же конвейере).

По конструктивному исполнению конвейеры разделяются на конвейеры с боковым и центральным приводом ленты.

В спиральном конвейере с боковым приводом ленты ее перемещение происходит от общего вертикального приводного вала, входящего в зацепление с внешними элементами ленты на каждом витке. Витки могут приводиться от одного мотор-редуктора через вал и специальные зубчатые шестерни. Лента имеет гребенку из выступающих элементов и движется по направляющим. Поскольку элементы гребенки имеют свойство быстро изнашиваться, их изготавливают из легкозаменяемых пластиковых элементов.

Конструкция с боковым приводом характеризуется множеством приводных узлов с неконтролируемой нагрузкой, что может приводить к частым поломкам.

Вместе с тем можно спроектировать трассу любой формы (овальной, спиральной, восьмеркой), что дает дополнительные преимущества при недостатке свободного пространства в производственном помещении.

В работе спирального конвейера с боковым приводом может быть задействовано до пяти двигателей, четыре из которых являются основными и вращают вертикальные валы по бокам конвейера, пятый двигатель подтягивает ленту в конце трассы.

Чтобы лента не забегала слишком сильно вперед и не пробуксовывала по всей длине трассы, необходима синхронизация приводов. Для этого на редукторы устанавливают датчики угла поворота и синхронизаторы управления. При использовании электронного датчика поворота вала показания фиксируются до 1200 раз за один оборот двигателя. Все эти данные обрабатываются компьютером, он считывает линейные скорости и выполняет коррекцию при их расхождении.

В последнее время на предприятиях широкое распространение получили спиральные конвейеры с центральным приводом.

Общий вид такого конвейера показан на рис. 1.

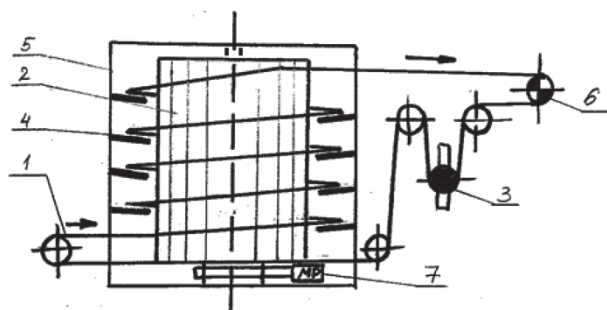


Рис. 1. Конвейер с центральным приводом ленты

Основной привод (7) предназначен для вращения барабана (2), вспомогательный привод (6) и узел натяжения (3) обеспечивают необходимое усилие обхвата лентой барабана.

Скорости приводов задаются двумя частотными преобразователями, которые включены по схеме: ведущий (натяжение) → ведомый (барабан).

Для изменения времени нахождения продукта на транспортере, одновременно с изменением скорости барабана изменяется и скорость привода натяжения ленты (Overdrive system).

От конвейеров с боковым приводом ленты конструкция отличается меньшим количеством приводов (всего 2), отсутствием необходимости точной синхронизации и более высокой надежностью, поскольку нагрузки в узлах прогнозируемы.

Конвейерная лента (1) входит на приводной вертикальный барабан (2), выполненный в форме «белчьего колеса», и приводится в движение посредством фрикционного контакта внутреннего торца ленты с наружной поверхностью вращающегося приводного барабана. При этом величина натяжения ленты на входе определяется грузовой натяжной устройством (3), расположенным в зоне разгрузочной секции (4). Узел натяжения предотвращает провисание и ослабления ленты на прямом и спиральных участках.

Нижняя поверхность ленты движется по винтообразным направляющим (5) прямого геликоида, закрепленным на опорной конструкции сборного обхватывающего каркаса. Каждый виток получает равномерное приводное усилие, вследствие чего натяжение ленты сводится к минимуму.

Барабан вращается, немного опережая ленту, при этом чем больше опережение, тем меньше натяжение ленты. Отношение величины опережения на каждом витке к шагу винтовой поверхности принято называть термином «относительное опережение» μ . Значение этого параметра в реальных конструкциях находится в пределах от 2 до 4. Настройка параметра μ более 4 приводит к ослаблению натяжения и переходу движения ленты в неустойчивый режим, т. е. движению рывками. Если же лента в области верхних витков слишком натянута, значит, опережение недостаточное и следует его увеличить, чтобы уменьшить натяжение ленты.

Таким образом, величина μ не только определяет натяжение ленты, но и может перераспределять нагрузку между приводами. Поэтому неверный выбор опережения нередко приводит

к преждевременному выходу из строя и приводов и ленты.

Что касается пластиковых модульных лент, они состоят из отдельных пластмассовых модулей, соединенных между собой осями. Они не требуют смазки, обладают небольшой массой, имеют малый износ и легкий ремонт в случае повреждения отдельных элементов. Различают правоходные, поворотные и спиральные модульные ленты.

Важнейшей технической характеристикой спиральных модульных лент является Collapse factor, представляющие собой отношение минимального радиуса «согнутой» в окружность ленты к ее ширине.

$$\gamma = \frac{D_{6 \min}}{2b}.$$

Величина Collapse factor γ находится в пределах 1,45–1,90. Например, для ленты i450 Habasit Link при $b = 600$ мм, ($\gamma = 1,6$) $D_{6 \min} = 2\gamma b = 1920$ мм.

Оптимальное относительное опережение зависит от многих факторов: температуры, ширины и скорости ленты, количества витков и т. п. и на практике подбирается при настройке вручную. Контрольными параметрами являются состояние ленты и загруженность двигателей.

Изменение опережения производится изменением на панели управления, отвечающей за синхронизацию этих приводов. Для настройки спирального конвейера в переходных режимах следует задавать время ускорения при пуске и замедления при остановке.

Представляется целесообразным оценить составляющие мощности главного привода, затрачиваемые на:

— преодоление сопротивления движению модульной ленты с грузом по винтообразной направляющей

$$P_1 = 0,5(m_{\text{л}} + m_{\text{гр}})gf_{\text{лн}}(D_6 + b)\omega_6,$$

где $m_{\text{л}}$, $m_{\text{гр}}$ — масса ленты и груза, соответственно, кг; $g = 9,81$ м/с²; $f_{\text{лн}}$ — коэффициент трения скольжения ленты по направляющей, D_6 , b — диаметр приводного барабана и ширина ленты соответственно, м; ω_6 — частота вращения барабана, (с⁻¹);

— подъем ленты и транспортируемого груза

$$P_2 = (m_{\text{л}} + m_{\text{гр}})gV_{\text{л}}\text{tg}\alpha,$$

где $V_{\text{лн}}$ — скорость движения ленты с учетом ее «пробуксовки» относительно приводного барабана, м/с; α — угол наклона винтовой направляющей, град;

— потери в опорных узлах приводного барабана.

Спиральные конвейеры с центральным приводом являются перспективными транспортирующими устройствами с неоспоримыми преимуществами. Однако настройка их основных параметров происходит экспериментально и не всегда учитывает изменяемые внешние факторы (загруженность продуктом, скорость ленты, температуру и т. п.), поэтому эффективность этих конвейеров в основном зависит от квалификации обслуживающего персонала, что ограничивает их распространение.

Ключевой задачей на данный момент является создание адаптивной автоматической системы управления конвейером, позволяющей определять оптимальное относительное опережение для действующих внешних условий, для чего требуется более глубокое теоретическое изучение работы этих конвейеров.